



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Reutilización de Residuos de Construcción y Demolición: Una
revisión de Literatura Científica**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

Medrano Ramos, Deysi Flor (orcid.org/0000-0001-5389-2864)

ASESOR:

M. Sc. Solorzano Acosta, Richard Andi (orcid.org/0000-0003-3248-046X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA - PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedicado con todo mi amor a mi mejor guía y ejemplo a seguir, mi madre, por su perseverancia y apoyo incondicional en el cumplimiento de mis metas profesionales.

Agradecimiento

Al único ser supremo sobre la faz de la tierra, Dios, por guiarme siempre en el camino del bien. A mis cuatro hermanos por ser ejemplos a seguir durante mi formación académica.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de gráficos y figuras.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA.....	6
3.1. Tipo y diseño de investigación	6
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización.....	7
3.3. Escenario de estudio.....	7
3.4. Participantes	7
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	8
3.6. Procedimiento	8
3.7. Rigor científico	10
3.8. Método de análisis	10
3.9. Aspectos éticos	10
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	11
4.1. Características de los residuos de construcción y demolición (RCD)	11
4.2. Estrategias de reutilización de residuos de construcción y demolición ...	22
5. CONCLUSIONES	32
6. RECOMENDACIONES.....	33

REFERENCIAS.....	34
ANEXOS	44

Índice de tablas

Tabla 1. *Características de los residuos de construcción y demolición*

Tabla 2. *Estrategias de reutilización de los residuos de construcción y demolición*

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Resumen de criterios de búsqueda

RESUMEN

El crecimiento demográfico genera demanda de proyectos de construcción y demolición que a su vez resulta en grandes volúmenes de residuos y la reducción de espacios en los vertederos; residuos que podrían ser aprovechados mediante las estrategias de reutilización, que es una técnica menos empleada que el reciclaje de los mismos, probablemente por desconocimiento de las posibilidades de reutilización, por ello, se recopiló y sistematizó información de la literatura científica con el propósito de describir la reutilización de los residuos de construcción y demolición. Se emplearon palabras clave como “reuse” “construction waste” “demolition waste” para la búsqueda de información en las bases de datos ScienceDirect, Scopus, Scielo, Springer, Elseiver, ResearchGate y Taylor & Francis. Se seleccionaron artículos científicos desde el año 2008 en adelante en idioma inglés y portugués. Para la clasificación de la información se utilizaron subcategorías, categorías y criterios previamente establecidas en una matriz apriorística referente a los objetivos de la investigación. Se seleccionaron 32 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. Los residuos de construcción y demolición que se reutilizan son según el tipo de residuo, así como, ladrillos, bloques, concreto, mampostería, áridos reciclados, roturas cerámicas y tierra excavada. Mientras que las estrategias de reutilización incluyen el material de relleno en los vertederos, bases de pavimentos, subbases de carreteras, sustitos de recursos naturales como materia prima, fabricación de ecobloques y estabilizadores de suelos arcillosos. La reutilización de los residuos de construcción y demolición se desarrollaron en base a los tipos de residuos identificados.

Palabras clave: *Reutilización, residuos de construcción, residuos de demolición.*

ABSTRACT

Population growth creates demand for construction and demolition projects which in turn results in large volumes of waste and reduced landfill space; waste that could be used through reuse strategies, which is a less used technique than recycling them, probably due to ignorance of the possibilities of reuse, therefore, information from the scientific literature was collected and systematized with the purpose of describing the reuse of construction and demolition waste. Keywords such as "reuse" "construction waste" "demolition waste" were used to search for information in the ScienceDirect, Scopus, Scielo, Springer, Elsevier, ResearchGate and Taylor & Francis databases. Scientific articles were selected from 2008 onwards in English and Portuguese. For the classification of the information, subcategories, categories and criteria previously established in an a priori matrix referring to the objectives of the research were used. 32 articles that met the inclusion and exclusion criteria were selected. The construction and demolition waste that is reused is according to the type of waste, as well as bricks, blocks, concrete, masonry, recycled aggregates, broken ceramics and excavated earth. While reuse strategies include fill material in landfills, pavement bases, highway sub-bases, substitutes for natural resources as raw material, manufacture of eco-blocks and clay soil stabilizers. The reuse of construction and demolition waste was developed based on the types of waste identified.

Keywords: *Reuse, construction waste, demolition waste.*

I. INTRODUCCIÓN

La demanda de las obras de construcción, mantenimiento y demolición generaron como consecuencia volúmenes de residuos de construcción y demolición (Krishna et al., 2022). No obstante, la industria de la construcción desempeña un rol importante en la actualidad, tanto a nivel nacional como mundial (Bossink y Brouwers, 1996, Hongping, 2017). A parte de ello, mejora considerablemente el tipo de vida de la población ya que otorga beneficios indiscutibles en este sector (Silva et al., 2010).

Además, Silva et al. (2015) mencionaron que la demanda por entornos construidos se ve afectada por el incremento demográfico y persistirá en continuo aumento. Debido a la rápida industrialización y urbanización de las últimas décadas, en efecto ha generado un crecimiento masivo de los residuos de construcción y demolición (RCD), como hormigón, ladrillos, acero, madera y vidrio, lo que los transforma en uno de los mayores flujos de residuos a nivel mundial (DeLongui et al., 2018). Razón por la cual los RCD, han ocasionado una problemática obstinada en el sector, a causa de la masa, el volumen de producción y la inexistencia de acopio para su eliminación final (Osorio y Montoya, 2018).

En este sentido en Europa y en todo el mundo, los residuos RCD figuran entre el 25 y el 40 % del total de residuos (Yuan y Shen, 2010), (Rodriguez et al., 2014) y (Jin et al., 2019). Mientras tanto, un 35% de RCD son vertidos en los diversos vertederos que existen mundialmente (Kabirifar, 2020). De las evidencias anteriores Sembiring, (2018) afirma que la ejecución de actividades del sector construcción es una de las que más contribuye a la emisión de residuos en los vertederos.

Según, Esa et al. (2017) los desechos de las obras de construcción y demolición impactan en el medio ambiente a causa de la emisión de residuos sólidos, el alto consumo de energía, los daños relacionados con la contaminación y la emanación de gases de efecto invernadero. Por consiguiente, el sector de la construcción a nivel mundial utiliza grandes cantidades de recursos naturales y energía (Umar et al., 2021).

En efecto, hay una cantidad importante de recursos de construcción que se desaprovechan a causa del uso incorrecto en los sitios de construcción (Umar et al., 2016), a pesar de la exigencia de tener la certificación ambiental en las obras como un instrumento importante en la implementación de prácticas sustentables (Arif, 2012). No obstante, la gran cantidad de los residuos de construcción y demolición no son tratados con anticipación, solo se apilan en áreas circundantes o se envían a vertederos (Li et al., 2018).

En el informe del Banco Mundial se estimó que en el año 2025 los RCD alcanzarán 5,000 millones de toneladas de residuos de construcción civil, razón por la cual se está tratando métodos y formas de reutilización para crear un ecosistema sostenible (Jayatheja et al., 2020). Además, la necesidad de gestionar los RCD ha dado lugar a proceder con acciones de respeto con el medio ambiente y que promuevan la reutilización y el reciclaje de residuos y otros modos de valorización (Herrador et al., 2011).

Mavi y Standing, (2018) indicaron que los factores que promueven la práctica de la reutilización de RCD, tal como son, la de evaluar la percepción general en el sector, estudiar los beneficios y dificultades de reutilización y reciclaje; identificar factores que ayuden a promover la adopción del principio de reutilización de recursos en los edificios para mejorar el rendimiento sostenible. En este contexto, la reutilización de RCD salvaguarda en mayor medida los recursos naturales en general (Herrador et al., 2011).

Según la Directiva marco de residuos de la UE 2008/98/EC implanta que todos los estados miembros deben acatar varias medidas necesarias para obtener al menos un 70 % de reutilización, reciclaje de (RCD) no peligrosos para 2020 (Whittaker et al., 2019).

Referente a lo indicado, el presente estudio busca especificar y esclarecer la reutilización de los residuos de construcción y demolición.

Razón por la cual se procesó una revisión de literatura científica basado en diversos temas publicados que anhela enfocarse en el siguiente problema general de la investigación: ¿Cuáles son las características de los residuos de construcción y demolición? y ¿Cuáles son las estrategias de reutilización de los residuos de construcción y demolición?

Justificando de tal manera, los diversos tipos de residuos de construcción y demolición a reutilizarse, teniendo como aporte la descripción sobre cada uno de los residuos y las estrategias de reutilización durante el ciclo de vida en la construcción y demolición, con la cual se pretende mejorar la gestión de residuos a nivel mundial.

II. MARCO TEÓRICO

Los residuos de construcción y demolición (RCD) se describen como la conjugación de materiales originados por trabajos de excavación, construcción y demolición, así como por actividades de remodelación y mantenimiento de edificios (Liatas, 2011) y (Poulikakos et al., 2016).

Los residuos de construcción y demolición están conformados por los tipos materiales, así como, vidrio, metales, plásticos, ladrillos, disolventes amianto, hormigón y tierra excavada y madera, siendo muchos de ellos reciclados mediante diversos procesos (Puskás et al., 2014). Los materiales macizos, que se presentan diferentes propiedades en la estructura y en la técnica de construcción, generalmente radican residuos como hormigón, ladrillo, piedra, briquetas, madera, metal, vidrio, yeso, plástico, cerámica (Altuncu y Kasapseçkin, 2011).

Asimismo, autores como Whittaker et al. (2019), mencionaron que los plásticos y la madera suelen componer una porción ligera de RCD. Sin embargo, se especifica que las partículas de plástico se han utilizado anteriormente como agregados en compuestos de hormigón (Akçaözoğlu et al., 2013).

Para llevar a cabo la investigación científica se verificó los antecedentes y así obtener una idea más amplia respecto a la revisión de las estrategia de reutilización de RCD generados en gran cantidad mundialmente, así como los concretos que se encuentran en primer lugar, a continuación, le sigue las cerámicas y mamposterías, por ende, estos residuos son los que se han acumulado en gran mayoría la cantidad de esfuerzos de reintegrarse en la cadena de producción de los RCD (Osorio y Montoya, 2018).

En este sentido, la necesidad de reutilización y reciclaje de RCD ha aumentado a lo largo de los años como consecuencia del avanzado crecimiento de la población y la urbanización (Umar et al., 2021).

Tokgöz (2013) resalta que los residuos de concreto son los de mayor volumen de producción, por ende, son reutilizables en lo siguiente:

- Utilizan los RCD como sustituto de los áridos naturales para la fabricación de concreto.
- Los bloques divisorios, bordillos y tuberías se reutilizan para la producción de prefabricados.
- Base y sub-base de carreteras.
- Usando los desechos de hormigón como materia prima para los nuevos productos de elaboración.

Según estudios realizados se reutilizaron los residuos de mampostería para el uso de agregados reciclados como reemplazo de agregados naturales en la elaboración de concretos y morteros, cabe recalcar que es la estrategia de reutilización más habitual (Corinaldesi, 2010 y Silva et al., 2014)

Asimismo, se tiene la reutilización de cerámicas rotas como cerámica cocida reactivada para la elaboración de eco bloques (Velasco, 2014) y de cerámica porosa (Hua, 2016).

También se cuenta con los restos de excavación que podrían ser reutilizados como materia prima para la elaboración de bloques estabilizadores con diferentes materiales como concreto (Reddy y Lokras, 2016), concreto y paja (Alam et al., 2014), escorias y cementos de alto horno (Sekhar y Nayak, 2018). Así mismo, las partículas de plástico se han utilizado anteriormente como agregados en compuestos de hormigón (Akçaözöğlü et al., 2013).

También mencionaron el reúso de RCD para elaborar sensores termoluminiscentes para su uso en control de tráfico en carreteras (Klepa et al., 2019)

Según Poon et al. (2004), determinaron que para minimizar los residuos en los proyectos de edificación es importante tener planes de gestión de residuos durante la ejecución del proyecto. Por ende, los siguientes autores recomiendan lo siguiente con respecto a los beneficios de la reutilización y el reciclaje de RCD:

- Ahorro de costos en el desplazamiento entre la obra y el vertedero indicado por los autores: Guangshe et al. (2008); Huang et al. (2013); Vieira y Pereira, (2015) y Jin et al. (2017).
- Desempeño de las políticas sobre la construcción ecológica y preservación del ambiente (Doan y Chinda, 2016),
- Impulsar una mayor competitividad aumentando el negocio para el sector (Jin et al., 2017; Bossink y Brouwers, 1996).
- Disminución de la huella ecológica (Huang et al., 2013; Vieira y Pereira, 2015).
- Preservar los recursos naturales (Jin et al., 2017).

En otro ámbito, algunos autores desarrollaron modelos de sistemas dinámicos para el manejo adecuado de residuos de construcción usando el software Stella para el modelado de parámetros. (Galarza et al., 2015).

Respecto al párrafo anterior, el modelado es un criterio de autenticación para asegurar una reutilización eficaz de los residuos de construcción.

Shi y Xu. (2021), desarrollaron un sistema de información de los residuos de construcción basado en *Building Information Modeling* (BIM) utilizando el software *Revit* para reducir los RCD. También, propusieron una red de logística inversa (RL) para regular la disposición final de los residuos, usando fórmulas matemáticas para calcular los costos de disposición y las emisiones de carbono, para lograr el equilibrio ambiental y económico.

Building Information Modeling (BIM) es un modelado de información de construcción siendo así la representación digital de las características físicas y funcionales del edificio que incluye información geométrica, de materiales y la programación de la construcción, empleado para eliminar la generación excesiva de RCD durante el diseño y construcción (Shi y Xu, 2021 y Guerra et al., 2020)

En general como se muestra en los antecedentes de los RCD, respecto a la reutilización son similares.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Es una investigación de tipo básica ya que tiene por finalidad obtener conocimientos enfocados en la realidad, mediante la recopilación y combinación de artículos a través de la revisión de literatura (Gonzáles, 2004).

Es una revisión de literatura científica ya que se ha utilizado estrategias de compilación de estudios que surge ante la privación de entender de manera sintética los resultados de la investigación ya que se verificará la información adecuada ligada a la reutilización de residuos de construcción y demolición (Sánchez, 2018)

La revisión sistemática está elaborada de acuerdo a búsqueda de la información diversos artículos de literatura, además, tienen un alto nivel de certeza (Moreno et al.,2018).

Diseño de investigación: El diseño de investigación es descriptivo ya que se abordó la sucesión de hechos, situaciones, fenómenos, procesos y eventos (Escudero y Cortez, 2018). Además, se compilaron datos de los acontecimientos para ser detallados, analizados y esquematizados (Salgado, 2007).

3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización

Cabrera (2005), precisa que las categorías y subcategorías para la investigación cualitativa fueron apriorísticas ya que se desarrollaron antes del proceso de compilación de información y pueden ser modificadas desde la obtención de las referencias a partir de la propia investigación

De acuerdo a lo mencionado se elaboró la formulación del problema, el objetivo general y por último las categorías y subcategorías (Anexo 1).

3.3. Escenario de estudio

Hernández et al. (2014), afirman que el escenario de estudio es el lugar donde se producirán los hechos acontecidos por la realidad problemática a nivel social. La investigación cualitativa se desarrolló en base a principios teóricos, empleando métodos de compilación de literatura de autores que han aportado en la investigación, asimismo, se utilizó referencias de todas las fuentes adquiridas durante la investigación (Ñaupas et al., 2018). Por lo tanto, la investigación por ser de revisión sistemática se describe como escenario de estudio a la base de datos a nivel mundial referente a la reutilización de residuos de construcción y demolición en donde se describieron los tipos de residuos a reutilizar en el sector de construcción.

3.4. Participantes

Los participantes de la investigación estuvieron conformados por la base de datos como: ScienceDirect, Scopus, Scielo, Springer, Elseiver, ResearchGate

y Taylor&Francis Online en base a la recopilación de artículos científicos de literatura.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica desarrollada en la presente investigación fue la técnica de análisis de documentos que, según Dulzaides y Molina (2004) es una técnica para investigar, analizar y sintetizar toda información de diferentes literaturas científicas de manera estandarizada y sistemática.

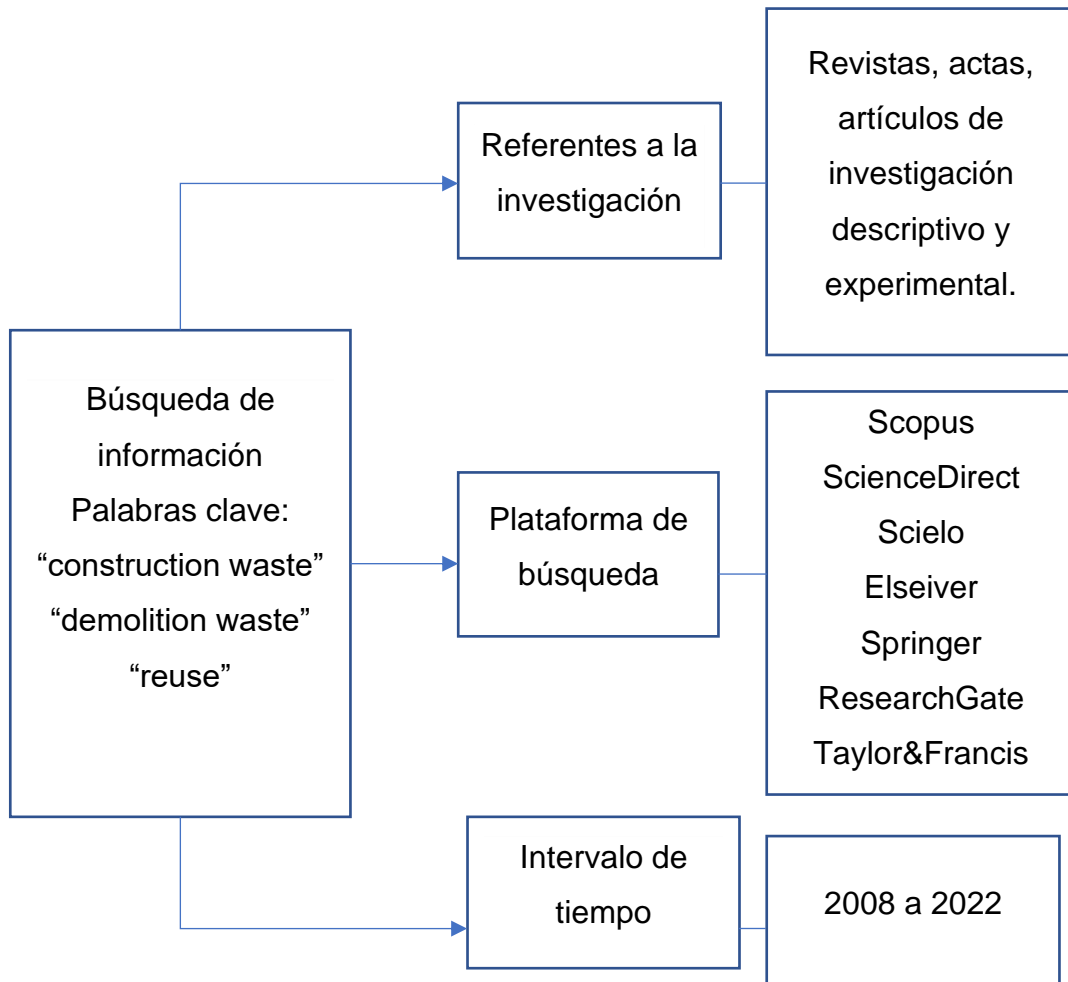
El instrumento de recolección de datos fue desarrollado en base a una matriz apriorística, por ser un formulario de análisis de contenido para la compilación de la información en la investigación cualitativa de los artículos ligados al tema de investigación Escudero y Cortez, (2017).

3.6. Procedimiento

Como primer proceso se hizo la búsqueda información usando las palabras claves tales como “Reuse”, “construction waste”, “demolition waste”, en las bases de datos ScienceDirect, Scopus, Scielo, Springer, Elseiver, ResearchGate y Taylor & Francis, luego se seleccionó los artículos científicos empleando criterios de inclusión y exclusión como son el año, idioma y el acceso a la información, teniendo en cuenta a partir del año 2008 hasta el 2022, en el idioma inglés. Por último, se sistematizaron los artículos con las categorías establecidas de la matriz apriorística, obteniendo como resultado 76 artículos.

Figura 1

Resumen de criterios de búsqueda.



3.7. Rigor científico

El rigor científico tiene como finalidad establecer criterios de rigor científico para ser utilizados en la investigación cualitativa, y así buscar respuestas a los problemas planteados (Vasconcelos et al. 2021). Por ende, autores como Castillo y Vásquez, (2003) consideran 3 criterios para evaluar el rigor científico:

- La credibilidad se obtiene cuando las informaciones logradas de las investigaciones son verdaderas y reales por las personas que contribuyeron y/o experimentaron referente a un tema en específico.
- La confirmabilidad es cuando otro investigador puede hacer hallazgos similares bajo la guía del investigador original, es decir, concierne a la parcialidad en el estudio o interpretación de la información
- La transferibilidad consiste en la probabilidad de poder transferir los resultados en otras investigaciones.

3.8. Método de análisis

El método de análisis desarrollado fue a través de una matriz apriorística, la cual fue capaz de compilar y analizar la información, dividiéndose en categorías, subcategorías y criterios para sintetizar la revisión sistemática referente a las estrategias utilizadas para la reutilización de residuos de construcción y demolición.

3.9. Aspectos éticos

Para la elaboración de la investigación se tuvo como base la ética, la autonomía y los pilares de honestidad para realizar las citas de fuentes auténticas como artículos, revistas y actas redactadas en prosa respetando de tal forma la percepción original del investigador. Cabe señalar que se aplica la correcta normativa APA en 7ma edición para citar a los autores.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados alcanzados fueron en base al análisis de 32 artículos seleccionados según los criterios de inclusión y exclusión que permitieron identificar y describir la práctica de reutilización de los RCD. Los resultados de la sistematización se explican a continuación.

4.1. Características de los residuos de construcción y demolición (RCD)

Los residuos de construcción y demolición se caracterizaron según el impacto ambiental, tipo de RCD, gestión de los RCD, factores para reducir los RCD (Tabla 1). Umar et al. (2021) indicaron que el sector de la construcción a nivel mundial emplea una gran cantidad de recursos naturales y energía. También, Filho (2017) menciona que este sector es responsable de impactos ambientales significativos ya que utilizan materias primas naturales para la construcción de edificios y el uso de las mismas se expande hasta el final del ciclo de vida.

Por otra parte, Herrador et al. (2011) y Shi y Xu (2021), promovieron la construcción sostenible, debido a que tiene la ventaja de soslayar la acumulación de grandes cantidades de residuos de construcción en los vertederos y minimizar en su mayoría el uso de material en las obras de construcción de tal manera reduciría la generación de RCD durante las etapas de diseño y construcción.

Teniendo en cuenta la reciente investigación realizada por Krishna et al. (2022), a diferencia del agregado de concreto, los áridos de hormigón generados se vierten en los rellenos sanitarios sin ningún tratamiento motivo por el cual impacta de forma negativa al ambiente generando lixiviados de los residuos y contaminando la napa freática; además el factor más significativo para la reducción de RCD es el uso limitado de áridos naturales cabe mencionar que tales residuos proceden de la construcción, mantenimiento, demolición e infraestructura (Krishna et al., 2022). Sin embargo, Herrador et al. (2011) refieren que es necesario gestionar el uso de agregados con la finalidad de proteger el medio ambiente y promover la reutilización

de los RCD ya que reduce de modo relevante el impacto de la obra en el entorno adyacente.

Los residuos de construcción descritos como reutilizables son los ladrillos, bloques, concreto, mampostería, áridos reciclados, roturas cerámicas y tierra excavada (Umar et al., 2021; Osorio y Montoya, 2018; Filho, 2017; Nicolaidis et al., 2011). Sin embargo, tan solo un autor considero otros tipos de residuos, como las puertas, rejas y ventanas, elementos que se desmontaron durante la demolición (Acosta, 2022).

En relación a los estudios que han sido realizado por diversos autores respecto a la generación, acumulación y la falta de gestión de grandes volúmenes de residuos procedentes de las actividades de excavación, rehabilitación, mantenimiento, construcción y demolición originaron significativos impactos ambientales así como la explotación y uso desmesurada de recursos naturales, consumo de energía, acumulación de RCD en los vertederos, degradación de la calidad del paisaje ocasionando de tal forma vulnerabilidad urbana y contaminación ambiental generalizada (Acosta, 2022; Eleftheriou et al., 2020; Umar et al., 2021; Kusunoki et al., 2020; Nicolaidis et al., 2011; Serpa et al., 2013; Lukiantchuki et al., 2019; Zolotukhin et al., 2020).

Mientras tanto en Portugal las empresas dedicadas al rubro del sector construcción pusieron énfasis en cumplir con el seguimiento y aplicación del plan de gestión de residuos por ser un factor importante para reducir los RCD, de igual forma son requisitos que la sociedad exigidos peculiarmente en asuntos relacionados con la responsabilidad social y el impacto ambiental, sin embargo, en Malasia prevalece la falta de instrumentos legales que puedan guiar a los profesionales a disminuir la cantidad de desechos generados y su posterior eliminación (Marinho et al., 2022 y Umar et al., 2021).

A parte de ello, algunos autores consideraron diferentes factores importantes para reducir los RCD así como menguar las tarifas de recolección, eliminación de residuos, aumentar la vida útil de los vertederos, imponer cargos cuando los

desechos superen una cierta cantidad, elaborar productos nuevos a partir de materiales reutilizados, consumir menos recursos, minimización en la fuente hasta la reutilización como materia ya que reduce de forma significativa el impacto de la obra en el entorno adyacente. (Kusunoki et al., 2020; Umar et al., 2021; Guerra et al., 2020; Osorio y Montoya, 2018 y Acosta, 2022; Herrador et al., 2011).

En otro ámbito durante los últimos años, estudios efectuados por algunos autores desarrollaron modelos de información, basado en *Building Information Modeling* (BIM) usando el *software Revit* con la finalidad de reducir, gestionar y planificar la reutilización de los RCD, razón por la cual mejoró así la recuperación de recursos y minimizó la eliminación de residuos en los rellenos sanitarios, a sí mismo, desarrollaron un modelo de análisis conceptual mediante el uso del *software stella* para el modelado de parámetro con el objetivo de validar y asegurar una reutilización eficaz de los residuos de construcción (Guerra et al., 2020; Galarza et al., 2015 y Shi y Xu, 2021).

Building Information Modeling (BIM) significa modelado de información de construcción siendo así la representación digital de las características físicas y funcionales del edificio que incluye toda la información geométrica, de materiales y la programación de la construcción, empleado para eliminar la generación excesiva de RCD durante las etapas de diseño y construcción (Shi y Xu, 2021 y Guerra et al., 2020)

Tabla 1*Características de los residuos de construcción y demolición.*

Tipo de RCD	Gestión de RCD	Impacto Ambiental	factores para reducir los RCD	Referencia
Áridos de hormigón, agregado de concreto.	Adecuada gestión de RCD.	Contaminan las aguas subterráneas debido a la lixiviación de los residuos en los vertederos.	Disminución del uso de áridos naturales.	Krishna et al., 2022
Ladrillos, bloques, áridos reciclados con hormigón.	Cumplimiento del plan de gestión de residuos	Consumo de energía y emisiones de carbono.	Aplicación y seguimiento del plan de gestión de residuos.	Marinho et al., 2022
Materiales.	Plan de fomento del reciclaje en las obras de Construcción.	...	Énfasis en los esfuerzos del gobierno nacional.	Sumikura y Katsumi, 2022
ladrillos y bloques, hormigón, madera, metales, materiales para techos, plástico, vidrio y cerámica.	Falta de instrumentos legales o económicos que puedan guiar a los profesionales de la construcción.	Consume gran cantidad de recursos naturales y energía.	Reducción de los costos de recolección y eliminación, aumenta la vida útil de los vertederos, impone cargos cuando los desechos superen una cierta cantidad.	Umar et al., 2021

Asfalto, hormigón, madera, metales ferrosos y no ferrosos, yeso y vidrio.	Creación de una red de consultores en gestión de RCD y sensibilización a través de capacitaciones, seminarios y actividades de promoción.	Consumo de energía, emisión de gas y polvo, contaminación acústica, consumo de recursos naturales no renovables y la generación de desechos.	Uso obligatorio de productos reciclados en proyectos de construcción públicos y privados y clasificación de residuos en el sitio.	Eleftheriou et al., 2020
Concreto, mortero, cartón, vidrio, yeso, metales, bolsas de cemento, latas de pintura, pinturas, solventes, aceites, materiales con restos de asbesto.	Control de calidad del proyecto que permite verificar la implementación de acciones de mejora, como capacitación y fallas ocasionales.	Contaminación de suelos como riesgo para la salud y daño ambiental.	Buena calidad de vida y una ciudad sostenible.	Kusunoki et al., 2020
hormigón y paneles de yeso.	4D-BIM aplicado a la planificación de la reutilización y reciclaje de residuos de construcción.	Impacto positivo.	Agilizar la estimación y la planificación visual de los residuos para su reutilización in situ.	Guerra et al., 2020
Hormigón, ladrillo y placas nervadas,	La gestión de residuos se da a partir de la economía del ciclo cerrado para el manejo de los residuos.	Crecimiento de los vertederos que conducen a problemas ecológicos.	Uso de tecnologías.	Zolotukhin et al., 2020

Hormigón, madera, cables.	mortero, plástico, RCD.	Adecuada gestión de los RCD.	Consumo de los recursos naturales y el poco espacio disponible para la disposición de los residuos, uso de gran cantidad de recursos naturales.	Fomentar el uso de RCD como materia prima.	Lukiantchuki et al., 2019
Mortero, tejas, vidrio, betún.	ladrillos, madera y metales y	Propuestas legislativas en el documento se centran en los cambios en el comportamiento de producción y consumo a través de la reutilización y el reciclaje.	Efecto invernadero.	Aumentar: el porcentaje de materiales derivados de RCD en la construcción de viviendas, el valor técnico y económico de los materiales derivados de RCD, la eficiencia energética de los edificios.	Whittaker et al., 2019
Concreto y cerámicas.	y tejas	Una alternativa sostenible en la práctica de mejora del suelo.	Generación de residuos.	Mejora de los parámetros mecánicos de los suelos mediante la reutilización de materiales de desecho de la construcción y productos poliméricos adicionales en base agua.	Dobrescu y Calarasu, 2019
Concreto, mampostería agregados reciclados, roturas cerámicas, excavación.		Procesos que generen valor agregado a estos materiales y que permita su reincorporación a la cadena productiva, dando una solución sostenible.	Consumo de energía, disposición inadecuada de residuos, emisión de gases de efecto invernadero.	Reducción en la fuente.	Osorio y Montoya, 2018

Reutilización de materiales in situ y ahorro de recursos naturales.	Percepciones sobre el reciclaje y la reutilización.	...	Ahorro de recursos naturales, calidad de los productos que contienen material reciclado.	Jin et al., 2017
ladrillo, hormigón, madera, acero.	Gestión adecuada.	El costo de la eliminación de residuos causó un impacto negativo en la economía de la empresa constructora.	Ahorro del presupuesto de materia prima aplicando la minimización de residuos en el proyecto.	Sembiring., 2018
Materiales sobrantes o residuos de madera, hormigón, metal, tejas, cartón, drywall,	Certificación ambiental.	Las construcciones obsoletas, generan el consumo excesivo de materias primas naturales y el aumento de la generación de residuos sólidos.	Aplicación de la logística inversa en la reutilización de componentes o materiales de una construcción obsoleta en una más nueva.	Filho, 2017
Árido natural,	Gestión adecuada de RCD.	reutiliza este residuo como sustituto de árido natural para producir ladrillos.	Bajo coste, los RCD se utilizan como sustituto del árido natural.	Contreras et al., 2016

Hormigón, ladrillos mamposería, madera, yeso, vidrio, aislamiento, techado, alambre, tubería.	Implementación de técnicas de reutilización y reciclaje.	Principal contribuyente al flujo de desechos sólidos.	...	Osman et al., 2016
Madera.	Estándares para la calidad de la madera reciclada.	Espacio reducido en los vertederos de la región.	El sector de la construcción presenta varios desafíos a la hora de recuperar y reciclar la madera.	Ormondroyd et al., 2016
Escombros, áridos reciclados.	Uso del software Stella para el modelado de parámetros.	Consumo de energía.	...	Galarza et al., 2015
Árido de hormigón reciclado.	Viabilidad técnica de la reutilización.	Reducción en el uso de recursos naturales.	Uso de diferentes cantidades o fracciones de concreto reciclado.	Serpa et al., 2013
Hormigón, ladrillos, madera, vidrio, metales, plásticos, disolventes, amianto y tierra excavada.	Principios básicos de la gestión de residuo.	Cantidades muy elevadas de residuos de construcción y demolición, ocupan importantes áreas de almacenamiento en los vertederos.	Reducción del consumo de recursos y la aplicación de la práctica de la jerarquía de residuos.	Puskás et al., 2014

Cerámica.	Las alternativas de reutilización de residuos de construcción y demolición.	Consumo de materia prima.	...	Acchar et al., 2013
Áridos reciclados.	Administración municipal.	Explotación desmesurada de los recursos naturales.	Disminución del uso de áridos naturales.	Shah et al., 2013
Hormigón, ladrillos, acero, madera y vidrio	Uso de información basado en la metodología BIM.	Grave escasez de recursos y daños ambientales.	Uso de tecnologías y métodos de eliminación científica.	Shi y Xu, 2021
Agregados de concreto, mezcla asfáltica y desecho cerámico.	La falta de gestión de los RCD ha dado lugar a actuaciones respetuosas con el medio ambiente que fomentan la reutilización.	Contaminación de residuos.	La reutilización de materiales RCD reduce el impacto en el entorno de la obra.	Herrador et al., 2011
Hormigón, mampostería, metales, vidrio y madera.	Falta de una política y un conocimiento lúcido de reciclaje.	Acumulación de RCD en los vertederos debido a su gran volumen.	Disminución de áreas usadas en vertederos.	Nicolaidis et al., 2011

Hormigón, ladrillo, piedra, briquetas, madera, metal, vidrio, yeso, plástico y cerámica.	Políticas de gestión de los residuos.	Capacidad limitada de las reservas de las fuentes y el aumento del consumo de materia prima.	La normativa vigente en Turquía obliga a la población a clasificar los residuos previas sanciones para quienes no las respeten.	Altuncu y Kasapseşkin., 2011
Áridos reciclados.	Las normas orientan sobre la composición con el fin de excluir las características desfavorables.	Lixiviados de los agregados reciclados.	Estándares ambientales que aún están en discusión dan el umbral de los componentes lixiviados de los agregados reciclados.	Müller et al., 2010
Áridos reciclados y hormigón.	Estrategias propuestas de prevención, tratamiento y separación.	Ocupación de grandes áreas en los vertederos existentes.	Ciclo de vida de un producto desde la adquisición de materias primas hasta la producción.	Corinaldesi et al., 2008
Cerámica y mampostería.	Administrar y minimizar los RCD mediante el BIM.	Contaminación ambiental.	Reduce el costo de adquisición de energía.	Klepa et al., 2019

Árido reciclado.	El Plan de Trabajo para la Construcción Piloto de Ciudades Libres de Residuos promulgado en 2018.	Contaminación de cenizas volantes, los efectos adversos de los desechos y la ocupación de grandes áreas de recursos terrestres.	Liberación de áreas ocupadas por residuos en los vertederos.	Li et al., 2021
puertas, rejas y ventanas.	Ausencia de normativa que estimulen generar menos residuos, falta de planificación y control ambiental ante el vertido indiscriminado de los RCD.	Aumento de la vulnerabilidad urbana, degradación de la calidad del paisaje, costos de construcción y desvalorización inmobiliaria.	Participación de los municipios: información, legislación, incentivos y vigilancia.	Acosta, 2022

4.2. Estrategias de reutilización de residuos de construcción y demolición

Las estrategias de reutilización de los residuos de construcción y demolición se han asociado según la estrategia de reúso, potencial de reúso, factores que dificultan el reúso y los beneficios del reúso (Tabla 2).

Los residuos de construcción y demolición son los más frecuentes y abundantes en la acumulación de residuos en los vertederos (Sembiring, 2018); a causa de su gran volumen y el escaso espacio para su disposición final, razón por la cual se plantean estrategias de reutilización de residuos *in situ* (Osorio y Montoya, 2018).

Referente a las estrategias de reutilización de los RCD algunos autores destacaron estrategias similares de reutilización como la reducción de la fuente de generación o la reutilización como materia prima (Kabirifar et al., 2020). En este sentido la reutilización de residuos, disminuirá considerablemente el impacto ambiental (Herrador et al., 2011).

Incluso se habla de una estrategia de reutilización específica para cada uno de los RCD: concreto como bases y subbases, mampostería como reemplazo de agregados naturales en la elaboración de concretos y morteros siendo este el tipo de reutilización más común; roturas cerámicas como cerámica porosa y materia prima; residuos de excavación como ladrillos o bloques estabilizadores (Osorio y Montoya, 2018).

En países como Portugal y Malasia, algunos autores desarrollaron estudios de casos en los países, así como propuestas de mejora sobre las prácticas y técnicas de reutilización y reciclaje de los RCD, debido a que, no contaban con políticas e instrumentos adecuadas dentro de su gestión razón por la cual priorizaron la reutilización y clasificación de residuos *in situ* para base en las plantas bajas, drenajes, cimientos, mampostería y vertederos (Marinho et al., 2022; Umar et al., 2021 y Osman et al., 2016). Inclusive, algunos autores investigaron sobre otras técnicas y métodos de eliminación científica para regular su eliminación al final de su vida útil, razón por la cual describieron usaron metodología BIM, también,

demonstraron el uso de RCD para la fabricación de termoluminiscentes para su uso en control de tráfico en carreteras (Klepa et al., 2019; Whittaker et al., 2019; Shi y Xu, 2021; Shah et al., 2013 y Guerra et al., 2020).

Según Lukiantchuki et al. (2019), Krishna et al. (2022) y Umar et al. (2021), demostraron que los residuos de construcción y demolición, como el agregado de concreto, hormigón, mortero, cerámicas entre otros; tuvieron comportamiento expansivo y alta resistencia, razón por la cual fueron considerados muy buenos materiales opcionales como bases y subbases, también demostraron que tienen un gran potencial para ser reutilizados en pavimentos, sin embargo, el bajo contenido de sílice y calcio con respecto al agregado de concreto dificultó la reutilización. Además, Herrador et al. (2011), investigó la reutilización de los RCD en pavimentación de caminos y capas de pavimento como base de carreteras, sin embargo, el factor que dificultó el reuso los RCD fueron el tráfico de vehículos.

A sí mismo otro autor determinó que el árido de hormigón reciclado fue de bajo potencial de reutilización a diferencia de lo mencionado anteriormente que fueron de alto potencial; el árido de hormigón reciclado se reutilizó en pavimentos de hormigón entrelazado (Serpa et al., 2013).

En relación a los estudios que han sido investigados por algunos autores respecto a los factores que dificultan la reutilización de los RCD, en su mayoría determinaron el aumento de precio en mano de obra para la segregación de residuos, el elevado precio de transporte entre la obra y los vertederos, el alto costo del tratamiento y la falta de espacio para acumulación y la clasificación de los residuos (Marinho et al., 2022 y Umar et al., 2021). Por ello, la gran mayoría de los RCD recuperados se reduce a aplicaciones de poco valor, por ejemplo, lecho de tubería o subbase y capa base en la construcción de pavimentos de carreteras, a pesar de tener un elevado valor como recurso (Whittaker et al., 2019).

Por otra parte, analizaron que las roturas cerámicas disminuyen las oportunidades de usar residuo cerámico como materia prima, asimismo, la falta de demanda es

un factor que dificulta el reúso de los RCD (Osorio y Montoya, 2018 y Jin et al., 2017).

En otro ámbito, varios autores destacaron los beneficios de la reutilización de los RCD entre las más relevantes destacaron el ahorro de costos tanto en transporte como en alquiler de terrenos de almacenamiento y el uso de residuos reutilizables como materia prima, disminución de la huella hídrica y la protección de los recursos naturales, además, disminuye la demanda de materias primas, minimiza los costos de transporte y producción de energía, por ende, reduce el uso de los depósitos de agregados naturales y de los vertederos (Umar et al., 2021; Marinho et al., 2022; Filho, 2017; Sembiring, 2018 y Contreras et al., 2016). También, otro autor destacó el beneficio de la recuperación de los recursos naturales y minimizar la eliminación de residuos en los vertederos (Guerra et al., 2020; Jin et al., 2017).

Respecto a lo mencionado en el párrafo anterior según, Lukiantchuki et al. (2019) y Dobrescu y Calarasu (2019), determinaron los beneficios del reúso de los RCD, así como el ahorro de energía, minimización de las emisiones de efecto invernadero y desarrollo sostenible.

Tabla 2.*Estrategias de reutilización de los residuos de construcción y demolición.*

Estrategias de reúso de los RCD	Factores que dificultan el reúso de RCD	Potencial de reúso de RCD	Beneficios del Reúso	Referencia
Relleno sanitario y sub capa granular en Pavimento.	El tamaño de los residuos en el relleno sanitario. Bajo contenido de sílice y calcio para el uso en pavimentos.	Alto potencial para ser utilizados en la construcción de pavimentos de capa en vías normales y de bajo volumen.	Minimización de RCD.	Krishna et al., 2022
Base para las plantas bajas, drenajes, cimientos, mampostería y vertederos.	Alto costo e intensidad de mano de obra en la separación de residuos. Alto costo de transporte entre el sitio y los vertederos, Aumento del costo de la planificación y gestión de residuos	Un estudio reciente mostró que los agregados reciclados pueden mejorar la distribución de poros y la resistencia a las heladas del concreto.	Reducción del presupuesto, ahorro de costes en el transporte entre la obra y el vertedero, Reducción de la huella ecológica, Protección de los recursos naturales	Marinho et al., 2022
Reutilización de materiales in situ.	Estados y problemas de cada uno de los residuos y subproductos.	Bajo potencial de reutilización.	Énfasis en los esfuerzos del gobierno nacional.	Sumikura y Katsumi, 2022

Bases y sub bases.	Escasez de terrenos para la eliminación de desechos y el alto costo del tratamiento de desechos, difícil de recoger y transportar, dificultad para clasificar, transformar y desechar.	Alto potencial de reutilización.	Reduce la demanda de nuevos recursos, minimiza los costos de transporte y producción de energía, reducción del agotamiento de los depósitos de agregados naturales.	Umar et al., 2021
Identificación visual y planificación de oportunidades de reutilización de residuos de hormigón in situ.	Las bajas tasas de reutilización y reciclaje limitan los proyectos de construcción.	Agilizar la estimación y la planificación visual de los residuos de construcción para su reutilización in situ.	Recuperación de recursos y minimizar la eliminación de residuos en los vertederos.	Guerra et al., 2020
Triturar los materiales pétreos obtenidos para su reutilización.	Los costos para triturar los materiales.	Alta eficiencia de la tendencia del desarrollo de estas tecnologías.	Uso racional de materiales de construcción.	Zolotukhin et al., 2020
Bases y subbases de pavimentos.	Distribución granulométrica, gravedad específica, límites de Atteberg y ensayos de compactación. tamaño de grano de las mezclas de suelo.	Alto potencial para ser utilizado como agregado en pavimentos.	El resultado fue satisfactorio ya que permitió reducir el uso suelo natural en un 50%. También aumentó los valores de resistencia.	Lukiantchuki et al., 2019

<p>Fabricación de hormigón estructural a partir de áridos reciclados.</p> <p>Panel aislante fabricado con fibras de madera.</p> <p>Paneles fabricados con partículas de plástico rígido y chatarra mixta.</p>	<p>La mayor parte de los RCD recuperados se limita a aplicaciones de bajo valor.</p>	<p>La UE 2008/98/EC establece que todos los estados miembros deben tomar todas las medidas necesarias para lograr al menos un 70 % de potencial de reutilización.</p>	<p>Mezclar residuos de ladrillos con cemento puede reducir efectivamente el tiempo de molienda y el peso específico de una mezcla y aumentar el tiempo de fraguado.</p>	<p>Whittaker et al., 2019</p>
<p>Estabilizador de suelos arcillosos.</p>	<p>Los suelos expansivos, conocidos por cambios de volumen significativos cuando se someten a la humedad, plantean grandes problemas a las cimentaciones.</p>	<p>Alto potencial de reutilización.</p>	<p>Conservación de los recursos naturales y la disminución de los efectos en los vertederos de desechos mediante el reciclaje y la reutilización.</p>	<p>Dobrescu y Calarasu, 2019</p>
<p>Uso de concreto como bases y subbases, la mampostería se usó en la elaboración de concretos y morteros; roturas cerámicas usada como materia prima; residuos de excavación en la fabricación de ladrillos o bloques estabilizadores.</p>	<p>Roturas cerámicas: La elevada temperatura disminuye las oportunidades de usara tal residuo como materia prima.</p>	<p>Residuos con mayor potencial de uso para la reincorporación en el proceso de producción.</p>	<p>Uso de los RCD como materia prima.</p>	<p>Osorio y Montoya, 2018</p>

Reutilización de materiales <i>in situ</i> .	La falta de demandas de los clientes.	Alto potencial de reúso	Disminución de RCD en los espacios de los vertederos	Jin et al., 2017
La mayoría los residuos de la construcción se gestionan mediante la reutilización	Alto costo en la eliminación de los RCD debido a los escasos de vertederos cercanos. Consumo masivo de recursos naturales.	Mayor potencial para ser reutilizado a través de los métodos de reutilización y reciclaje.	Ahorro en costos de transporte y arrendamiento de terrenos para destinar residuos de construcción y ahorro de costos en el presupuesto.	Sembiring., 2018
La logística inversa está directamente relacionada con la reutilización de componentes o materiales de una construcción obsoleta en una más nueva.	déficit de vivienda e infraestructura.	Más del 75% de los residuos generados por el sector construcción tienen el potencial de reutilización.	Ahorro de energía, reduce la contaminación. Reducción de gastos en el transporte, ingresos por la ganancia económica obtenida a través de la venta de residuos.	Filho, 2017
Fabricaron ladrillos de bajo costo utilizando residuos de construcción y demolición.	Uso de residuo como sustituto de árido natural para producir ladrillos.	...	El uso de RCD reduce la demanda de materias primas y los impactos ambientales.	Contreras et al., 2016
Implementación de la reducción y la reutilización.	Mercado de energía de biomasa.	Excelente conciencia en términos de implementación de la reducción y la reutilización de residuos.	Logro de avances significativos.	Osman et al., 2016

Reuso	Poco volumen	Bajo potencial	Reutilización y reciclaje de madera	Ormondroyd et al., 2016
Pavimentos de hormigón entrelazado.	El agregado reciclado, aún se encuentra en sus etapas iniciales.	Bajo potencial	Fomenta al aumento del reciclaje y la reutilización.	Serpa et al., 2013
Reutilizadas de RCD como material de relleno.	El coste de la mano de obra se incrementa en torno a un 15% con respecto a las técnicas habituales de demolición.	Valores superiores en más de un 10% que en el caso de utilizar áridos naturales.	Bajo consumo energético al sustituir los recursos naturales por los RCD.	Puskás et al., 2014
Fabricación de productos de construcción de mayor calidad como baldosas.	Las adiciones de desechos por debajo de ~10% en peso no producen cambios significativos en las propiedades de los ladrillos;	...	Las adiciones de residuos por encima de ~20% en peso y una temperatura de cocción ligeramente más alta permiten la fabricación de productos de construcción de mayor calidad.	Acchar et al., 2013
Hormigón con áridos reciclados a partir de hormigón viejo y bloques de ladrillo ofrece mayores oportunidades para la reutilización.	Costo de producción.	Bajo potencial.	salvar en mayor medida los recursos naturales globales.	Shah et al., 2013

Residuos de construcción y demolición.	Costo elevado en el uso de tecnologías científicas de eliminación de RCD.	Gran potencial de reutilización al usar tecnologías científicas.	Aplicación de tecnologías y programas de modelación.	Shi y Xu, 2021
Pavimentación de caminos, capas de pavimento base de firmes de carretera.	Tráfico de vehículos.	Viabilidad técnica del uso de residuos.	Fomentar la construcción sostenible, que tiene la ventaja de evitar el depósito de grandes cantidades de residuos de construcción en los vertederos.	Herrador et al., 2011
Construcción de carreteras, fabricación de hormigón	Cumplimiento con los estándares.	Se discute el potencial material de los residuos de la construcción.	Uso de RCD como materia prima.	Müller et al., 2010
Sensores termoluminiscentes para su uso en control de tráfico en carreteras.	Costos para la fabricación.	El sensor propuesto es tres veces más económico que el estándar de luminiscencia.	Se uso 1% de mampostería y cerámica obteniendo así el 80% de luminiscencia.	Klepa et al., 2019

5. CONCLUSIONES

Los residuos de construcción y demolición más comunes y abundantes identificados según sus características son los concretos, mampostería, cerámicas y tierra excavada, sin embargo, tienen un alto potencial de reutilización. Asimismo, también, existen otros tipos de residuos de bajo potencial de reutilización como son los bloques, áridos reciclados, madera, vidrio, hormigón y ladrillos. Los RCD son los que más contribuyen en los vertederos a causa de su inmenso volumen y el reducido espacio en los vertederos; ocasionando de tal manera impactos ambientales como el lixiviado, uso excesivo, disminución de los recursos naturales, degradación de la calidad del paisaje, consumo de energía y aumento de los vertederos que conducen a problemas ecológicos, debido a la falta de conocimiento, cultura, auditorías a nivel gubernamental y la práctica habitual de la reutilización.

En cuanto a la reutilización de los RCD se desarrollaron las estrategias, tales como, material de relleno en los vertederos, bases de pavimentos, subbases de carreteras, sustitutos de recursos naturales como materia prima, fabricación de ecobloques y estabilizadores de suelos arcillosos. Inclusive, pero en menor cantidad se emplearon tecnologías y métodos de eliminación científica como estrategia de reutilización de los residuos, así como, el modelado de información de construcción (BIM) usando el programa Revit y modelado de análisis mediante el uso del *software Stella*. Además, ambas estrategias aseguran una reutilización eficiente de los residuos de la construcción.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda el cumplimiento del plan de gestión de residuos, políticas y la auditoria permanente de las entidades gubernamentales en cuanto a la gestión adecuada de los residuos en el sector de construcción.

Por otro lado, se recomienda el cumplimiento del estudio de impacto ambiental en caso de los proyectos de gran envergadura con respecto al cierre final.

Se recomienda, también, promover la cultura y la práctica de reutilización de los residuos de construcción y demolición en la fuente al personal operario y los profesionales que laboran en el sector construcción.

Por otra parte, se recomienda elaborar investigaciones a nivel nacional, debido a que, no se encontraron artículos de literatura orientada a la reutilización de los residuos de construcción y demolición. En su gran mayoría solo se encontró artículos en inglés.

REFERENCIAS

- Abraham, J. J., Saravanakumar, R., Ebenanjar, P. E., Elango, K. S., Vivek, D., & Anandaraj, S. (2022). An experimental study on concrete block using construction demolition waste and life cycle cost analysis. *Materials Today: Proceedings*, 60, 1320-1324. doi:10.1016/j.matpr.2021.09.307
- Acchar, W., Silva, J. E., & Segadães, A. M. (2013). Increased added value reuse of construction waste in clay based building ceramics. *Advances in Applied Ceramics*, 112(8), 487-493. doi:10.1179/1743676113Y.0000000118
- Ajayi, S. O., Oyedele, L. O., Bilal, M., Akinade, O. O., Alaka, H. A., Owolabi, H. A., & Kadiri, K. O. (2015). Waste effectiveness of the construction industry: Understanding the impediments and requisites for improvements. *Resources, Conservation and Recycling*, 102, 101-112. doi:10.1016/j.resconrec.2015.06.001
- Akdag, H. C., & Beldek, T. (2017). Waste management in green building operations using GSCM. *International Journal of Supply Chain Management*, 6(3), 174-180. Retrieved from www.scopus.com
- Al-Qaraghuli, H., Alsayed, Y., & Almoghazy, A. (2017). Postwar city: Importance of recycling construction and demolition waste. Paper presented at the *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, , 245(8) doi:10.1088/1757-899X/245/8/082062 Retrieved from www.scopus.com
- Altuncu, D., & Kasapseçkin, M. A. (2011). Management and recycling of constructional solid waste in turkey. Paper presented at the *Procedia Engineering*, , 21 1072-1077. doi:10.1016/j.proeng.2011.11.2113 Retrieved from www.scopus.com
- Arulrajah, A. (2020). Recent advances in the usage of recycled materials in transportation geotechnics. *Australian Geomechanics Journal*, 55(4), 87-99. Retrieved from www.scopus.com

Bakchan, A., Faust, K. M., & Leite, F. (2019). Seven-dimensional automated construction waste quantification and management framework: Integration with project and site planning. *Resources, Conservation and Recycling*, 146, 462-474. doi:10.1016/j.resconrec.2019.02.020

Brunner, P. H., & Stämpfli, D. M. (1993). Material balance of a construction waste sorting plant. *Waste Management & Research*, 11(1), 27-48. doi:10.1177/0734242X9301100104

Carneiro, A. P., Cassa, J. C., de Brum, I. A., Vieira, A. M., Costa, A. D. B., Sampaio, T. S., & Alberte, E. P. V. (2000). *Construction waste characterisation for production of recycled aggregate-Salvador/Brazil* doi:10.1016/S0713-2743(00)80092-6 Retrieved from www.scopus.com

Chandel, I., & Mehta, S. (2017). Effect of super plasticizer on compressive strength and abrasion resistance of recycled aggregate concrete. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 8(7), 23-29. Retrieved from www.scopus.com

Chandra Prathap, R., & Salini, U. (2022). *Experimental investigation on the feasibility of using construction demolition waste materials for subbase layer in flexible pavement* doi:10.1007/978-981-16-9921-4_13 Retrieved from www.scopus.com

Chen, R., Li, L., Yang, K., Ren, F., Xi, C., Lin, Y., & Zheng, H. (2022). Quantitative methods for predicting underground construction waste considering reuse and recycling. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(3), 3394-3405. doi:10.1007/s11356-021-15858-3

Chen, X. -, & Kou, S. -. (2019). Sulfur dioxide degradation by composite photocatalysts prepared by recycled fine aggregates and nanoscale titanium dioxide. *Nanomaterials*, 9(11) doi:10.3390/nano9111533

Cheng, J. C. P., Won, J., & Das, M. (2015). Construction and demolition waste management using bim technology. Paper presented at the *Proceedings of IGLC 23 - 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Global Knowledge - Global Solutions*, , 2015-January 381-390. Retrieved from www.scopus.com

Chica-Osorio, L. M., & Beltrán-Montoya, J. M. (2018). Demolition and construction waste characterization for potential reuse identification. [Caracterización de residuos de demolición y construcción para la identificación de su potencial de reúso] *DYNA (Colombia)*, 85(206), 338-347. doi:10.15446/dyna.v85n206.68824

Corinaldesi, V., Moriconi, G., & Dezi, L. (2008). Recycling C&DW: A way for closing the concrete loop. Paper presented at the *Life-Cycle Civil Engineering - Proceedings of the 1st International Symposium on Life-Cycle Civil Engineering, IALCCE '08*, 799-804. Retrieved from www.scopus.com

Craighill, A., & Powell, J. C. (1999). *A lifecycle assessment and evaluation of construction and demolition waste* Retrieved from www.scopus.com

El Asmar, L., Cho, N., & El Asmar, M. (2018). Investigating the circular economy as a solution for construction waste: Challenges and opportunities. Paper presented at the *Proceedings of International Structural Engineering and Construction*, , 5(1) doi:10.14455/ISEC.res.2018.36 Retrieved from www.scopus.com

El-Assaly, A., & Salem, O. (1998). A sustainable development: The state of managing construction and demolition waste recycling. Paper presented at the *Proceedings, Annual Conference - Canadian Society for Civil Engineering*, , 2 311-321. Retrieved from www.scopus.com

Eleftheriou, E., Tantele, E. A., Votsis, R. A., & Charilaou, E. (2020). Development of waste management planning for the construction sector considering cycle economy. Paper presented at the *Proceedings of International Structural Engineering and Construction*, , 7(1) doi:10.14455/ISEC.res.2020.7(1).SUS-05 Retrieved from www.scopus.com

Faruqi, M. H. Z., & Siddiqui, F. Z. (2020). A mini review of construction and demolition waste management in india. *Waste Management and Research*, 38(7), 708-716. doi:10.1177/0734242X20916828

Filho, J. A. P., Bezerra, P. R. L., De Oliveira, L. R. G. J., & De Faria, A. C. (2017). Management of civil construction waste in residential buildings in the municipality of são paulo. [Gerenciamento de resíduos de construção civil em edifícios residenciais no município de são paulo] *Revista De Gestao Social e Ambiental*, 11(1), 73-89. doi:10.24857/rgsa.v11i1.1217

Galarza, L. H. W., Gómez, S. T. R., Garcez, E. O., Correa, É. C., Porras, Á. C., & Forero, I. H. (2015). Dynamic systems model for waste construction management in the city of porto alegre: Case study. [Modelo dinâmico de sistemas para o gerenciamento de resíduos da construção civil na cidade de Porto Alegre: Estudo de caso] *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 20(3), 463-474. doi:10.1590/S1413-41522015020000099167

Galvín, A. P., Agrela, F., Ayuso, J., Beltrán, M. G., & Barbudo, A. (2014). Leaching assessment of concrete made of recycled coarse aggregate: Physical and environmental characterisation of aggregates and hardened concrete. *Waste Management*, 34(9), 1693-1704. doi:10.1016/j.wasman.2014.05.001

Galvín, A. P., Ayuso, J., García, I., Jiménez, J. R., & Gutiérrez, F. (2014). The effect of compaction on the leaching and pollutant emission time of recycled aggregates from construction and demolition waste. *Journal of Cleaner Production*, 83, 294-304. doi:10.1016/j.jclepro.2014.07.074

Guerin, T. F. (2020). Evaluating treatment pathways for managing packaging materials from construction of a solar photovoltaic power station. *Waste Management and Research*, 38(12), 1345-1357. doi:10.1177/0734242X20939627

Guerra, B. C., Leite, F., & Faust, K. M. (2020). 4D-BIM to enhance construction waste reuse and recycle planning: Case studies on concrete and drywall waste streams. *Waste Management*, 116, 79-90. doi:10.1016/j.wasman.2020.07.035

Hao, J. L., Hills, M. J., & Tam, V. W. Y. (2008). The effectiveness of hong kong's construction waste disposal charging scheme. *Waste Management and Research*, 26(6), 553-558. doi:10.1177/0734242X07085345

Herrador, R., Pérez, P., Garach, L., & Ordóñez, J. (2011). Use of recycled construction and demolition waste aggregate for road course surfacing. *Journal of Transportation Engineering*, 138(2), 182-190. doi:10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000320

Hidalgo, C., Carvajal, G., & Muñoz, F. (2019). Laboratory evaluation of finely milled brick debris as a soil stabilizer. *Sustainability (Switzerland)*, 11(4) doi:10.3390/su11040967

Hu, Y. (2011). Minimization management of construction waste. Paper presented at the *ISWREP 2011 - Proceedings of 2011 International Symposium on Water Resource and Environmental Protection*, , 4 2769-2772. doi:10.1109/ISWREP.2011.5893453 Retrieved from www.scopus.com

Jin, R., Li, B., Zhou, T., Wanatowski, D., & Piroozfar, P. (2017). An empirical study of perceptions towards construction and demolition waste recycling and reuse in china. *Resources, Conservation and Recycling*, 126, 86-98. doi:10.1016/j.resconrec.2017.07.034

Kang, K., Besklubova, S., Dai, Y., & Zhong, R. Y. (2022). Building demolition waste management through smart BIM: A case study in hong kong. *Waste Management*, 143, 69-83. doi:10.1016/j.wasman.2022.02.027

Kelly, M., & Dowd, D. (2017). A review of construction waste management practices on selected case studies in ireland. *Proceedings of Institution of Civil Engineers: Waste and Resource Management*, 170(2), 78-84. doi:10.1680/jwarm.17.00007

Kusunoki, L., Gobbi, E. F., & Charvet, P. (2020). *Challenges in reducing construction and demolition waste generation in construction sites in curitiba* doi:10.1007/978-3-030-26759-9_15 Retrieved from www.scopus.com

Liu, J., Teng, Y., Jiang, Y., & Gong, E. (2019). A cost compensation model for construction and demolition waste disposal in south china. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(14), 13773-13784. doi:10.1007/s11356-018-2887-0

López Julián, P. L., Bordonaba, Á. S., Pérez Benedicto, J. Á., & Anchuela, Ó. P. (2017). Improved compactability of a silty soil by mixing with construction and demolition waste. [Mejora en la compactabilidad de un suelo limoso mediante la elaboración de mezclas con residuos de construcción y demolición] *Geogaceta*, 61, 179-182. Retrieved from www.scopus.com

Lukiantchuki, J. A., Oliveira, J. R. M. S., Almeida, M. S. S., Silva, T. B., & Guideli, L. C. (2019). Construction and demolition waste (CDW) used in reinforced soil mixtures for pavement applications. Paper presented at the *17th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, ECSMGE 2019 - Proceedings*, , 2019-September doi:10.32075/17ECSMGE-2019-0613 Retrieved from www.scopus.com

Makul, N., Fediuk, R., Amran, M., Zeyad, A. M., Klyuev, S., Chulkova, I., . . . Azevedo, A. (2021). Design strategy for recycled aggregate concrete: A review of status and future perspectives. *Crystals*, 11(6) doi:10.3390/cryst11060695

Müller, A., Schnell, A., & Rübner, K. (2010). Potential of construction and demolition waste as raw material. [Das Rohstoffpotenzial von Bauabfällen] *Chemie-Ingenieur-Technik*, 82(11), 1861-1870. doi:10.1002/cite.201000149

Muscalu, M. T., Andrei, R., Budescu, M., Taranu, N., & Florescu, E. (2013). *Use of recycled materials in the construction of roller compacted concrete (RCC) pavements* doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.649.262 Retrieved from www.scopus.com

Nicolaidis, D., Kanellopoulos, A., & Petrou, M. (2011). Green concrete - recycling construction waste. Paper presented at the *Fib Symposium PRAGUE 2011: Concrete Engineering for Excellence and Efficiency, Proceedings*, , 1 297-300. Retrieved from www.scopus.com

Perälä, A. -, & Nippala, E. (1998). *Construction wastes and their utilization* Retrieved from www.scopus.com

Poon, C. S., Yu, A. T. W., Wong, A., & Yip, R. (2013). Quantifying the impact of construction waste charging scheme on construction waste management in hong kong. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(5), 466-479. doi:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000631

Porwal, A., & Hewage, K. N. (2011). Optimizing construction waste reuse: A BIM based technological approach. Paper presented at the *Proceedings, Annual Conference - Canadian Society for Civil Engineering*, , 3 2019-2027. Retrieved from www.scopus.com

Puskás, A., Corbu, O., Szilágyi, H., & Moga, L. M. (2014). Construction waste disposal practices: The recycling and recovery of waste. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 191, 1313-1321. doi:10.2495/SC141102

Reid, J. M., Al-Kuwari, M. B. S., & El-Gamil Hassan, K. (2016). Improving the management of construction waste in qatar. *Proceedings of Institution of Civil Engineers: Waste and Resource Management*, 169(1), 21-29. doi:10.1680/warm.14.00016

Segantini, A. A. S., & Wada, P. H. (2011). An evaluation of the composition of soil cement bricks with construction and demolition waste. [Estudo de dosagem de tijolos de solo-cimento com adição de resíduos de construção e demolição] *Acta Scientiarum - Technology*, 33(2), 179-183. doi:10.4025/actascitechnol.v33i2.9377

Sembiring, F. T. (2018). Study of recycling demolition waste material product in jakarta, indonesia. Paper presented at the *E3S Web of Conferences*, , 74 doi:10.1051/e3sconf/20187404007 Retrieved from www.scopus.com

Sepasgozar, S., Frances Mair, D., Tahmasebinia, F., Shirowzhan, S., Li, H., Richter, A., . . . Xu, S. (2021). Waste management and possible directions of utilising digital technologies in the construction context. *Journal of Cleaner Production*, 324 doi:10.1016/j.jclepro.2021.129095

Serpa, M. C., Evangelista, A. C. J., Miguez, M. G., Filho, R. D. T., & Barroso, D. (2013). *The technical viability of the reuse of recycled concrete aggregate (RCA) for the production of interlocking concrete paving* doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.433-435.2134 Retrieved from www.scopus.com

Shah, A., Jan, I. U., Khan, R. U., & Qazi, E. U. (2013). Experimental investigation on the use of recycled aggregates in producing concrete. *Structural Engineering and Mechanics*, 47(4), 545-557. doi:10.12989/sem.2013.47.4.545

Sharma, R. (2017). Laboratory study on effect of construction wastes and admixtures on compressive strength of concrete. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 42(9), 3945-3962. doi:10.1007/s13369-017-2540-0

Sormunen, P., & Kärki, T. (2019). Recycled construction and demolition waste as a possible source of materials for composite manufacturing. *Journal of Building Engineering*, 24 doi:10.1016/j.jobbe.2019.100742

Sou, W. I., Chu, A., & Chiueh, P. T. (2016). Sustainability assessment and prioritisation of bottom ash management in macao. *Waste Management and Research*, 34(12), 1275-1282. doi:10.1177/0734242X16665914

Spišáková, M., Mandičák, T., Mésároš, P., & Špak, M. (2022). Waste management in a sustainable circular economy as a part of design of construction. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(9) doi:10.3390/app12094553

Sudarsan, J. S., Abhyankar, A. A., Parashar, A., & Krishna, S. V. (2022). *Analysing construction and demolition waste practices: An indian case study* doi:10.1007/978-981-16-8433-3_41 Retrieved from www.scopus.com

Toledo Filho, R. D., Koenders, E., Pepe, M., Cordeiro, G. C., Fairbairn, E., & Martinelli, E. (2013). Rio 2016 sustainable construction commitments lead to new developments in recycled aggregate concrete. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Civil Engineering*, 166(6), 28-35. doi:10.1680/cien.13.00010

Turan, I., Fernández, J. E., Reinhart, C., Ferrão, P., & Olivetti, E. (2017). From sink to stock: The potential for recycling materials from the existing built environment. Paper presented at the *Proceedings of 33rd PLEA International Conference: Design to Thrive, PLEA 2017*, , 3 3707-3714. Retrieved from www.scopus.com

Umar, U. A., Shafiq, N., & Ahmad, F. A. (2021). A case study on the effective implementation of the reuse and recycling of construction & demolition waste management practices in malaysia. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 283-291. doi:10.1016/j.asej.2020.07.005

Umar, U. A., Shafiq, N., Malakahmad, A., Nuruddin, M. F., & Khamidi, M. F. (2017). A review on adoption of novel techniques in construction waste management and policy. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 19(4), 1361-1373. doi:10.1007/s10163-016-0534-8

Van Dijk, K., Boedianto, P., Te Dorsthorst, B. J. H., & Kowalczyk, T. (2001). Strategy for reuse of construction and demolition waste role of authorities. *Heron*, 46(2), 89-94. Retrieved from www.scopus.com

Xie, J., Wang, J., Zhang, B., Fang, C., & Li, L. (2019). Physicochemical properties of alkali activated GGBS and fly ash geopolymeric recycled concrete. *Construction and Building Materials*, 204, 384-398. doi:10.1016/j.conbuildmat.2019.01.191

Yeheyis, M., Hewage, K., Alam, M. S., Eskicioglu, C., & Sadiq, R. (2013). An overview of construction and demolition waste management in canada: A lifecycle analysis approach to sustainability. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 15(1), 81-91. doi:10.1007/s10098-012-0481-6

Yu, A. T. W., Poon, C. S., Wong, A., Yip, R., & Jaillon, L. (2013). Impact of construction waste disposal charging scheme on work practices at construction sites in hong kong. *Waste Management*, 33(1), 138-146. doi:10.1016/j.wasman.2012.09.023

Klepa, R.B., Medeiros, M.F., Franco, M.A.C, Berssaneti, F.T., Santana, J.C.C. (2019). Reuse of construction waste to produce thermoluminescent sensors for use in highway traffic control 10.1016/j.jclepro.2018.10.225

Li, H., Zhang, Y., Wu, Li, J., Li, F. Recycled aggregates from construction and demolition waste as wetland substrates for contaminant removal <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127766>

Yi Shi, Jiuping Xu. BIM-based information system for econo-enviro-friendly end-of-life (2021). <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103611>

Ormondroyd, GA , Spear, MJ , Skinner, C. 2016 The opportunities and challenges for the reuse and recycling of wood and wood products in the construction sector. DOI 10.1007/978-981-10-0655-5_3

Osman, WN , Nawi, MNM , Saad, R. , Anuar, HS , Ibrahim, SH (2022). A proposal to improve the practice of sustainability through the implementation of reuse and recycling techniques in the Malaysian construction industry 24. <https://www.researchgate.net/publication/306081512>

Contreras M, Teixeira, SR , Lucas, MC , de Souza, AE , dos Santos, A. (2016) Recycling of construction and demolition waste for the production of new construction materials (case study of Brazil) 10.1016/j.conbuildmat.2016.07.044

Krishna, A.S., Sudhara, Reddy, S.R. (2022) Reuse of Crushed Concrete in Granular Sub-Base in Pavements 10.1007/978-981-16-4396-5_62

Marinho, Couto, J. Camões, A. (2022). Current state, comprehensive analysis and proposals on the practice of construction and demolition waste reuse and recycling in Portugal. <https://doi.org/10.3846/jcem.2022.16447>

Guerra, BC , Leite, F. , Fausto, (2020). 4D-BIM to enhance construction waste reuse and recycle planning: Case studies on concrete and drywall waste streams. 10.1016/j.wasman.2020.07.035

Spišáková M., Mandičák T., Mésároš P., Špak M. (2022) Waste Management in a Sustainable Circular Economy as a Part of Design of Construction 10.3390/app12094553

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de categorización apriorística

Objetivos específicos	Problemas específicos	Categoría	Subcategoría	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4
Identificar las características de los residuos de construcción y demolición	¿Cuáles son las características de los residuos de construcción y demolición?	Características de los residuos de construcción y demolición	Características	Tipo de RCD	Gestión de RCD	Impacto Ambiental	factores para la reducción de RCD
Describir la reutilización de residuos de construcción y demolición	¿Cuáles son las estrategias de la reutilización de los residuos de construcción y demolición?	Estrategias de reutilización de los residuos de construcción y demolición	Estrategias de reutilización	Estrategias de reúso de los RCD	Factores que dificultan el reúso de RCD	Potencial de reúso de RCD	Beneficios del Reúso



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SOLORZANO ACOSTA RICHARD ANDI, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN: UNA REVISIÓN DE LITERATURA CIENTÍFICA", cuyo autor es MEDRANO RAMOS DEYSI FLOR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 23 de Agosto del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SOLORZANO ACOSTA RICHARD ANDI DNI: 45283270 ORCID: 0000-0003-3248-046X	Firmado electrónicamente por: RSOLORZANOAC el 23-08-2022 11:03:00

Código documento Trilce: TRI - 0423450